

ヒノキ造林木における成長と生産された丸太の関係

A relationship between Tree Growth and Log Production in
Hinoki (*Chamaecyparis obtuse* Endl.) Plantation斎藤孝一¹, 篠田俊夫¹, 植木庄司¹, 飯塚和也¹, 石栗 太²,
横田信三², 吉澤伸夫²Koichi SAITO¹, Toshio SHINODA¹, Shoji UEKI¹,
Kazuya IIZUKA¹, Futoshi ISHIGURI², Shinso YOKOTA², Nobuo YOSHIZAWA²¹宇都宮大学農学部附属演習林¹University Forests, Faculty of Agriculture, Utsunomiya University, 7551 Funyu,
Shiroyamachi, 329-2441, Japan²宇都宮大学農学部森林科学科²Department of Forest Science, Faculty of Agriculture, Utsunomiya University, 350 Minemachi,
Utsunomiya, 321-8505, Japan

1. はじめに

近年, わが国では国産材の丸太価格は低迷し, 国内自給率が20%未満で推移しているが, 森林の整備に関しては多面的機能の発揮に向けた取り組みが図られている⁷⁾。一方, 森林経営においては, 優良大径材の生産を目指した長伐期施業に関する研究が進められている^{5, 9)}。

優良木の木材価格については, 従来から丸太価格とその形質に関する多くの報告がある^{1, 4, 6)}。これらは, 丸太の末口年輪数, 平均年輪幅, 節の有無および幹曲がりなどの材質や丸太の採材位置と木材市場での丸太価格との関係を調査していることが多い。一方, 同齢の実生苗木で成育した人工林は, 成長の過程を通じて, その個体間に優劣の差が生じ, 胸高直径や樹高が異なった個体から構成されている³⁾。このため, 同齢の人工林から生産される丸太においても, 個体ごとの成長や樹形, 樹幹内における採材位置により生産される丸太の材長や直径が異なるため, 立木1個体から生産される丸太の価格に相違があるといえる。従って, 伐採された立木から生産された丸太価格に基づいて, 立木1個体ごとの素材価格を推定することが困難である。

本研究では, 価格の高い丸太が生産される立木の基礎的な情報を得るため, 木材市場で公売された丸太販売価格に基づき, 立木1個体から生産された全ての丸太の価格を推定し, 推定素材価格の優れた立木の成長, 樹形および丸太の採材位置について検討した。

2. 材料と方法

2.1 調査林の概要および採材

調査対象は, 栃木県塩谷郡塩谷町大字船生に設定されている宇都宮大学農学部附属船生演習林の4林班つ1小班の緩斜面(平均標高330m)に実生苗木を植栽したヒノキ人工林である。1940年に苗木密度3,000個体/haで植栽され, 林齢32年に主に成長の遅い立木, 曲

がりなど欠点のある立木を対象に本数率で18%の間伐が実施されたが, それ以外の間伐は行われていない。なお, 調査地の林木は地上高で6~7mまで枝打ちされている。また, ヒノキ漏脂病などの病虫菌害の発生は観察されていない。

調査林において, 林齢64年の2003年9月~11月にかけて面積0.42haを主伐による皆伐作業を行い, 515個体の立木が伐採された(1,200個体/ha)。伐採木をタワーヤーダーで全木集材し, 山元土場でプロセッサによる枝払い後, 樹幹の形状, 幹曲がりおよび生産される丸太の末口径を考慮して, 材長4m, 3m, 2mあるいは1.8mのそれぞれの丸太に採材された。全ての個体の胸高直径, 樹高および枝下高, 並びに伐採高から梢端部に向けて, 採材された丸太の全ての位置, 長さおよび末口径を記録し, 生産された丸太の材積を末口二乗法で算出した。末口径は14cm以上の丸太では2cm単位とし, 13cm以下については1cm単位とした。根曲がりや幹曲がりなどの欠点材および根張り材や梢端材など丸太として販売されない材は, 生産された丸太の材積には含まれていない。

2.2 立木の木材価格の推定

生産された丸太は栃木県森林組合連合会矢板木材共販所(以下, 「共販所」と呼ぶ。)において, 2003年10月7日と12月7日に実施された公売により販売された。共販所では, 丸太の材長4m, 3m, 2mおよび1.8m別に, 一定の末口径の範囲ごとに極積みされた。また, 材長4mおよび3mでは枝打ち材を含む極, 一般材および曲がり材の極に区分された。極ごとに公売結果の販売明細書により, 丸太の材長別, 末口径の範囲ごとの丸太単価(千円/m³)を算出した。この丸太単価に基づき, 立木1個体から生産されたそれぞれの丸太について, 丸太材積と丸太単価を乗じて丸太価格を求め, その丸太価格の合計により, 立木1個体当たりの素材価

表1 生産された丸太の材長別採取位置の結果

材長 (m)	丸 太 合 計		丸 太 の 採 材 位 置																	
	本数 (本)	比率 (%)	1番		2番		3番		4番		5番		6番		7番		8番		9番	
			本数	De	本数	De	本数	De	本数	De	本数	De	本数	De	本数	De	本数	De	本数	De
4	218	7	73	25	4	97	23	3	44	22	2	3	22	4	1	20	0	0	0	0
3	1,913	63	79	20	4	202	18	4	314	17	3	422	15	3	445	13	3	337	11	2
2	213	7	126	25	3	55	22	3	27	21	3	5	21	2	0	0	0	0	0	0
1.8	686	23	237	18	3	161	17	3	129	16	3	83	15	3	45	14	2	23	13	2
計	3,030	100	515			515			514			513			491			360		

Avg.: 平均, Std.: 標準偏差, De: 末口径(cm)。

格(千円/個体)を推定した(以下、「推定素材価格」と呼ぶ)。また、立木1個体当たりの素材単価を「丸太材積の合計/推定素材価格」から算出し、推定素材単価(千円/m³)とした。

3. 結果と考察

3.1 生産された丸太と販売結果

立木515個体から生産された3,030本の丸太の材長別、採取位置別の結果を表1に示した。立木1個体から生産された丸太が平均5.9本であり、1~5番丸太が全体の84%の2,548本を占めた。材長別の丸太の合計では、3m材が全体の63%で1,913本、1.8m材が23%で686本、および4m材と2m材が7%でそれぞれ218本と213本であった。6番丸太以降では3m材および1.8m材のみであった。

これらの丸太の販売結果に基づき、立木の推定木材価格を算出するための基準を表2に示した。丸太単価は、4m材で2区分、3m材で3区分、2m材で1区分および1.8m材で2区分された。4m材および3m材では、販売明細書に「枝打ち材」あるいは「枝打ち材を含む」という表示が記載された極については、それぞれ単価81.3千円/m³および64.2千円/m³であった。調査林では地上高6~7mまで枝打ちが実施されており、1番丸太において4m材で末口径20cm以上および3m材で末口径14cm以上の丸太が、「枝打ち材」あるいは「枝打ち材を含む」という表示が記載された極を構成していた丸太に相当すると考えられる。また、4m材では、上述した1番丸太以外の丸太および曲がり材の極の表示が記載された丸太の平均丸太単価は、45.6千円/m³であった。3m材の単価については、末口径14cm以上の丸太では、上述した1番丸太以外の丸太および曲がり材の極の表示が記載された丸太の平均単価が、33.6千円/m³であった。さらに、末口径13cm以下の丸太の単価は13.1千円/m³であった。2m材では末口径が18cm以上で、単価が27.9千円/m³であった。1.8m材の単価は、末口径16cm以上とそれ未満に2区分され、それぞれ16.7千円/m³および9.2千円/m³であった。

3.2 立木の成長と生産された丸太の材積および推定木材価格との関係

表2に基づいて算出した推定木材価格を5区分した(以下、「価格区分」と呼ぶ)価格区分別の立木の個体数、並びに成長形質である胸高直径、樹高、形状比および枝下高を表3に示した。また、価格区分別に胸高直径による個体の頻度分布を図1に示した。胸高直径は、全体の平均値が23.6cmであり、区分AからEに

表2 販売結果に基づく推定素材価格を算出するための丸太単価の基準

材長 (m)	単価 (千円/m ³)	末口径(cm)		立木の丸太価格を推定するための基準
		平均	範囲	
4	81.3	24	20 ~ 32	末口径20cm以上の1番丸太*(枝打ち材を含む)
	45.6	19	16 ~ 30	上記以外の丸太
3	64.2	19	14 ~ 28	末口径14cm以上の1番丸太*(枝打ち材を含む)
	33.6	16	14 ~ 28	末口径14cm以上で上記以外の丸太
	13.1	10	6 ~ 13	末口径13cm以下の丸太
2	27.9	22	18 ~ 30	
1.8	16.7	18	16 ~ 22	末口径16cm以上の丸太
	9.2	13	9 ~ 14	末口径14cm以下の丸太

*:「枝打ち材」あるいは「枝打ち材を含む」という表示が記載された極の販売価格から算出した。

表3 推定素材価格に基づいて区分した立木の胸高直径、樹高、形状比および枝下高

価格区分	立木	胸高直径	樹高	形状比	枝下高	
推定素材価格	個体	比率	(cm) (D)	(m) (H)	(H/D)	(m)
(千円/個体)	(本)	(%)	Avg. Std.	Avg. Std.	Avg. Std.	Avg. Std.
A 40 ~	28	5	34.7 3.4	24.6 1.4	71 7	15.2 1.2
B 30 ~ 39.9	46	9	29.7 2.7	24.3 1.4	82 9	14.9 1.4
C 20 ~ 29.9	81	16	27.4 2.3	23.4 1.1	85 7	14.9 1.3
D 10 ~ 19.9	139	27	24.3 2.6	22.9 1.4	94 13	14.9 1.6
E ~ 9.9	221	43	19.1 2.5	21.7 1.8	114 16	14.9 1.8
合計(平均)	515	100	23.6 5.3	22.7 1.8	96 19	14.9 1.6
Avg: 平均	Std: 標準偏差					

Avg.: 平均, Std.: 標準偏差。

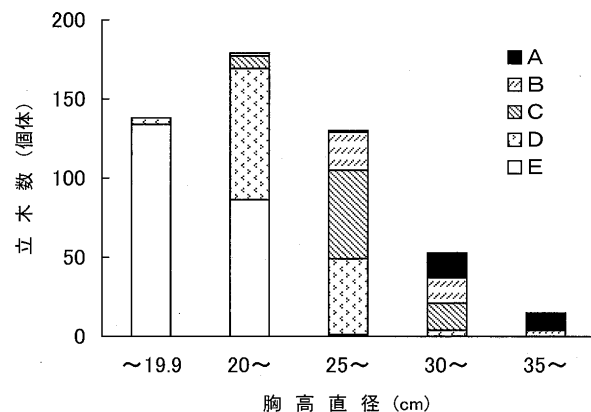


図1 価格区分別の胸高直径の頻度分布
凡例A, B, C, D, Eについては、第3表を参照(以下、同様)。

向けて各区分における平均値が34.7cmから19.1cmと小さくなった。

胸高直径が35cm以上の立木の73%が区分Aであり、胸高直径が20~24.9cmの立木の94%が区分DとEおよび胸高直径が19.9cm以下の立木の97%が区分Eで占められていた。樹高は、全体の平均値が22.7mであり、区分AからEに向けて各区分での平均値が小さくなった。形状比は平均値が96であり、区分AからEに向けて各区分で平均値が71から114と大きくなった。枝下高については、区分ごとに大きな差異はなく平均値が14.9mであった。

表4 価格区分別立木1個体当たりの平均の丸太材積、推定素材価格および推定素材単価

価格区分	丸太材積 ($\text{m}^3/\text{個体}$)	推定素材	
		価格 (千円/個体)	単価 (千円/ m^3)
A	0.980	51.5	52.5
B	0.753	34.5	45.8
C	0.619	24.2	39.1
D	0.456	14.7	32.3
E	0.260	5.2	19.9
平均	0.453	15.9	35.1

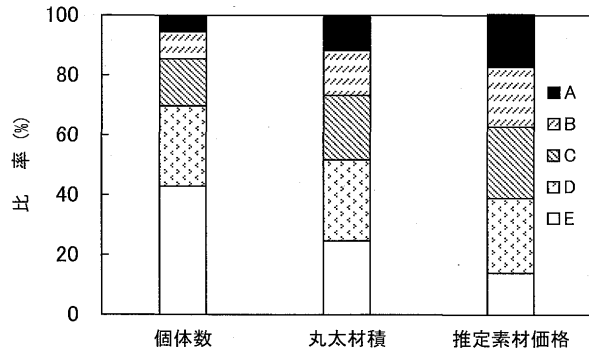


図2 価格区分別における個体数、丸太材積および推定素材価格の比率

価格区分別に立木1個体当たりの丸太材積、推定素材価格および推定素材単価を表4に示した。立木1個体当たりの価格区分別の平均値の範囲は、丸太材積で0.260~0.980 m^3 、推定素材価格で5.2~51.5千円/個体および推定素材単価で19.9~52.5千円/ m^3 であり、価格区分により、大きなばらつきが見られた。特に、推定素材価格では、区分AとEの間には10倍程度の差異が存在した。つぎに、立木の個体数、丸太材積および推定立木価格の比率を図2に示した。価格区分別の区分AとBを併せた推定素材価格が30千円以上の立木は、個体数で14%、丸太材積で27%、推定素材価格で37%であった。一方、区分Eの推定素材価格が10千円未満の立木は、個体数で43%、丸太材積で25%、推定素材価格で14%であった。胸高直径別に見ると、区分Aでは胸高直径が主に30cm以上、区分Eでは胸高直径が主に20cm未満の立木から構成されていた。さらに、胸高直径と生産された丸太材積、推定素材価格および推定素材単価との関係を図3に示した。胸高直径と生産された丸太材積、推定素材価格および推定素材単価との間には、それぞれ高い正の相関 ($r=0.958^{**}$, $r=0.894^{**}$ および $r=0.729^{**}$) が認められた。このことから、胸高直径の大きな立木では、生産される丸太材積が大きく、同時に推定素材価格および推定素材単価が高い値を示すことが期待される。

3.3 樹幹内における丸太の採材位置

価格区分別の材長別に生産された丸太の合計および1~5番丸太の内訳を表5に示した。区分Aの丸太では、4m材が40%、3m材が58%であった。区分Bでは4m材が32%、3m材が60%であった。区分CとDでは3m材が70%以上であった。区分Eでは3m材が53%、

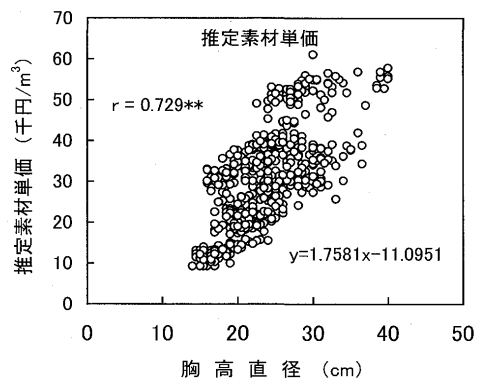
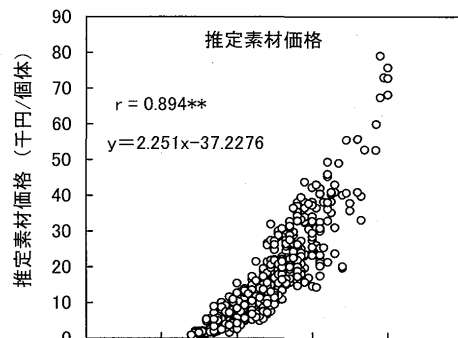
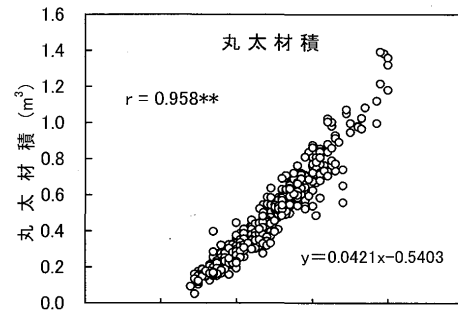


図3 立木515個体における胸高直径と丸太材積、推定素材価格および推定素材単価との関係

1.8m材が45%を占めていた。つぎに、1番丸太をみると、枝打ち材が含まれ丸太単価の高い4m材および3m材については、区分Aでは96%であった。

特に、最も丸太単価の高い4m材については、区分Aの85%、区分Bの63%、および区分Cの25%であった。一方、丸太単価の安い1.8m材については、区分Eの一番丸太の85%を占めていた。また、区分Eでは、平均胸高直径が19.1cmと小さいことから、4m材が1本も採材されていなかった。4m材および3m材の丸太生産に当たり、目視により樹幹の曲がりを観察し、曲がり材になる可能性があるものは、曲がり材の生産を回避する方法として、1.8m材あるいは2m材の丸太の短尺材を採材している⁸⁾。このため、短尺材の比率が高い価格区分の丸太は、樹幹に曲がりが存在していた立木であったことが考えられる。1番丸太における短尺材の比率は、区分Aでは4%であったが、平均胸高直径が小さくなるに伴いその比率は増加する傾向を示し、区分Eでは短尺材の比率が92%を占めていた。カラマツ属交雑家系では、胸高直径と根元曲りおよび

表5 価格区分別、材長別の丸太の合計および1～5番丸太の内訳

価格区分	材長 (m)	丸太(1～9番) 合計		丸 太 の 位 置									
				1番		2番		3番		4番		5番	
		本数 (本)	比率 (%)	本数 (本)	比率 (%)	本数 (本)	比率 (%)	本数 (本)	比率 (%)	本数 (本)	比率 (%)	本数 (本)	比率 (%)
A <5.5>	4	62	40	24	85	20	71	17	60	1	4	0	0
	3	90	58	3	11	7	25	10	36	27	96	28	100
	2	3	2	1	4	1	4	1	4	0	0	0	0
	1.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	計	155	100	28	100	28	100	28	100	28	100	28	100
B <5.7>	4	82	32	29	63	36	78	15	33	1	2	1	2
	3	157	60	1	2	8	18	28	61	43	96	44	98
	2	22	8	16	35	2	4	3	6	1	2	0	0
	1.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	計	261	100	46	100	46	100	46	100	45	100	45	100
C <5.9>	4	68	14	20	25	35	43	12	15	1	1	0	0
	3	339	71	22	27	30	37	60	74	74	91	81	100
	2	60	13	37	46	13	16	7	9	3	4	0	0
	1.8	10	2	2	2	3	4	2	2	3	4	0	0
	計	477	100	81	100	81	100	81	100	81	100	81	100
D <6.0>	4	6	1	0	0	6	4	0	0	0	0	0	0
	3	644	76	35	25	91	66	110	79	132	95	134	96
	2	98	12	56	40	27	19	14	10	1	1	0	0
	1.8	92	11	48	35	15	11	15	11	6	4	5	4
	計	840	100	139	100	139	100	139	100	139	100	139	100
E <5.9>	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	683	53	18	8	66	30	106	48	146	66	158	80
	2	30	2	16	7	12	5	2	1	0	0	0	0
	1.8	584	45	187	85	143	65	112	51	74	34	40	20
	計	1,297	100	221	100	221	100	220	100	220	100	198	100

< >: 価格区分別の立木1個体当たり、生産された平均丸太数。

幹曲りの間には、有意な負の相関が認められている²⁾。このため、ヒノキにおいても胸高直径が小さい立木では、地上高3m以下の樹幹に曲がりが存在する可能性が高いことが考えられる。また、短尺材に採材された丸太は、たとえ枝打ちをされていても、第2表の丸太単価からみると、枝打ち材として区分されないため付加価値がつかないといえる。

つぎに、生産された全丸太3,030本のうち1,913本で63%を占めた3m材について、末口径14cm以上と13cm以下の丸太の本数分布を図4に示した。丸太単価をみると、一番丸太の枝打ち材以外での丸太においても、末口径14cmを境に丸太単価が20千円以上の差が見られた(第2表)。全体でみると、柱適材である末口径14cm以上の占める比率は56.6% (=831(本)/1,913(本))であった。丸太の本数の最も多い5番丸太では、柱適材である末口径14cm以上の占める比率が43.6% (=194(本)/445(本))と平均よりも低い比率を示した。また、第3表より立木の平均枝下高が14.9mであることから、5番丸太以降では樹冠材である可能性が高く、生枝節の有節丸太の比率が高くなることが考えられる。このことから、柱適材である丸太は、主に1～4番丸太で生産されているといえる。

4. 結論

主伐された林齢64年のヒノキ造林木の515個体対象として、価格の優れた丸太が生産される立木の基礎的な情報を得る目的で、樹木の成長と生産された丸太との関係を検討した結果、次の結論を得た。

- ①胸高直径は、丸太材積、推定素材価格および推定素材単価との間に高い正の相関が示された。
- ②胸高直径の大きな立木は、幹曲りが少なく1番丸太において丸太単価の最も高い4m材が生産される可能性が高い傾向を示した。一方、胸高直径の小さな立木では、4m材の生産が少なく、また樹幹に曲がりが存在する傾向があるため短尺材の生産が多くなり、推定素材価格および推定木材単価が低い値を示した。
- ③推定素材価格が30千円以上の立木は、全ての個体数の14%であったが、全丸太材積の27%、全推定素材価格の37%を占めた。一方、推定素材価格が10千円未満の立木では、全ての個体数の43%を占めたが、全丸太材積の25%、全推定素材価格の14%と低い値を示した。

これらのことから、高い経済性を目的とするヒノキ林を造成するには、成長量が少なく幹曲りが存在する小径木を積極的に間伐し、主伐対象木の直径成長の増加を促進させ、4m材が生産できる立木を育成することが重要であるといえる。

引用文献

- 1) 江口 篤, 梅本 一: 木材加工技術ハンドブック, 奈良県林業試験場木材加工技術ハンドブック(編), 奈良県林業試験場, 奈良, p1-7 (1991)
- 2) 飯塚和也: 北海道における針葉樹造林木の材質変異および育種に関する基礎的研究, 林木育種セ研報, 18, p81-206 (2002)
- 3) 北元敏夫, 四手井綱英: 材木の空間分布の研究 (I) 人工一斉林における優勢木, 劣勢木の分布, 京大演報, 43, 152-161 (1972)
- 4) 黒川泰亨, 宇津木孝文: 素材価格の形成に及ぼす材質要因の影響に関する計量的分析, 鳥大演研報, 24, p79-95 (1996)
- 5) 西園朋広, 宮本麻子, 福田未来, 家原敏郎: 関東中部地域の収穫試験調査に基づくヒノキ高齡林の成長解析, 日林学術講, 112, p152 (2001)
- 6) 大洞智宏, 渡邊仁志, 横井秀一: 岐阜県東濃地域のヒノキ林における長伐期施業導入の条件—木材市場価格調査からの考察—, 日林学術講, 112, p153 (2001)
- 7) 林野庁(編): 森林・林業白書, 日本林業協会, 東京, p284 (2003)
- 8) 斎藤孝一, 篠田俊信, 植木宗司, 斎藤紀雄, 斎藤勇夫, 斎藤忠信, 大森信也, 奈良橋 真, 飯塚和也: 宇都宮大学農学部附属演習林におけるヒノキとスギの素材販売実績 (2000年~2002年), 宇大演報, 40, p91-94 (2004)
- 9) 竹内郁雄, 伊藤宏樹: スギ高齡人工林の樹高成長, 日林誌, 85 (2), p121-126 (2003)